动 物 学 研 究 2001, Dec. 22 (6): 461-466
Zoological Research
CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853

大黄鱼的精子发生

尤永隆[①] 林丹军[①] 陈莲云[②]
(①福建师范大学生物工程学院 福州 350007) (②福建医科大学电镜室 福州 350004)

摘要：应用电子显微镜技术观察了大黄鱼（*Pseudosciaena crocea*）的精子发生过程。其发生经历了初级精原细胞、次级精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞阶段。精子细胞再经过精子形成过程成为精子。在精原细胞阶段，部分核仁物质排出核外，成为拟染色体。拟染色体的主要成分是核糖体。在精子发生中，拟染色体逐渐扩散到生精细胞的胞质中。成熟分裂的前期Ⅰ，同源染色体经历了联会复合体形成和解体的变化。在精子形成过程中，精子细胞先形成鞭毛，随后细胞核逐渐浓缩。

关键词：大黄鱼；精子发生；拟染色体；联会复合体
中图分类号：Q959.483、Q954.43+4 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2001)06-0461-06

大黄鱼（*Pseudosciaena crocea*）是海产名贵经济鱼类，其精巢发育和精子的超微结构已有报道(林丹军等，1992；尤永隆和林丹军，1997)。但是，有关大黄鱼的精子发生尚未见报道。笔者对大黄鱼的精子发生过程作了观察，发现了一些其他鱼类精子发生过程中尚未报道过的特点，如拟染色体(chromatoid body) 来源、形成方式和作用；联会复合体（synaptonemal complex）的形成和解体等，现将结果报道如下。

1 材料与方法

本研究用的大黄鱼由宁德市水产试验场提供。1999年1月~2001年4月，共选取性成熟的雄鱼11尾，剖腹取精巢，用海水鱼生理盐水洗净。将精巢皮层切成2 mm×2 mm×2 mm的组织块，固定于2.5%的戊二醛(pH7.4)中，4℃过夜。固定过的组织块用0.1 mol/L的PBS漂洗，1%锇酸后固定，梯度乙醇脱水，Epon812树胶包埋。切片经醋酸铀和柠檬酸铅染色后，置于JEOL，JEM-1200EX型透射电镜观察。

2 结 果

大黄鱼的精巢属于小叶型。精小叶中包含许多精小囊（cyst)。精小囊由支持细胞（Sertoli cell）围成。每个精小囊中含有数量不等的同级生精细胞。初级精原细胞单个分布，周围由支持细胞围绕。精子发生经历初级精原细胞、次级精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞阶段。精子细胞再经过精子形成（spermiogenesis）阶段变成成熟精子。

2.1 初级精原细胞

初级精原细胞在所有生精细胞中体积最大（图版Ⅰ1)。细胞呈椭圆形，核大。核表面多凹陷。核内染色质染色浅。核仁大。核仁由电子致密颗粒聚集而成（图版Ⅰ1~2)。胞质中线粒体大，嵴少，基质染色浅。在核表面的凹陷中分布着拟染色体。拟染色体也由电子致密颗粒组成，其结构与核仁相似（图版Ⅰ：1，3，5)。在胞质中还有长条状双层膜结构。

2.2 次级精原细胞

在次级精原细胞精小囊中，次级精原细胞的数量至少2个（图版Ⅰ6)，往往多个（图版Ⅰ7)。在只有2个次级精原细胞的小囊中，该次级精原细胞比初级精原细胞略小。细胞形态与初级精原细胞相似：核大，核表面多凹陷，染色质染色较浅，核仁明显。胞质中线粒体大而少嵴，基质染色浅。拟染色体分布于核表面的凹陷中，或与线粒体相连（图版Ⅰ6)。在含有多个次级精原细胞的小囊中，该次

收稿日期：2001-05-28；修改稿收到日期：2001-07-11

级精原细胞体积较小。核表面凹陷减少。染色质聚集成多个染色较深的小斑块。核仁明显，胞质中可见拟染色体（图版Ⅰ7)。

2.3 初级精母细胞

初级精母细胞精小囊很大。其中的细胞由多次分裂后的次级精原细胞长大而成。初级精母细胞的核经历了第1次成熟分裂前期、中期、后期和末期的变化。在前期，其细胞核又经历了细线期、偶线期、粗线期、双线期和终变期的变化。在不同的初级精母细胞精小囊中，细胞核呈现不同的形态结构。在同一精小囊中的初级精母细胞往往处于同一发育时期（细线期、偶线期等)。在初级精母细胞的胞质中可以见到拟染色体。与精原细胞相比，其拟染色体既少又小。因此，在初级精母细胞的切片上不一定能观察到拟染色体。线粒体数量比精原细胞的少，体积比精原细胞的小，嵴比精原细胞的多，基质染色较深。胞质中还可观察到高尔基体(图版Ⅱ：8～11)。

在偶线期，细胞核中的同源染色体开始配对，出现了联会复合体的雏形。在联会复合体的中央，可以见到中央成分（central element）（图版Ⅱ8)。在粗线期，联会复合体呈现典型结构。在中央成分的两侧，还可以见到侧成分（lateral element)。两条同源染色体分别依附于侧成分的外侧，呈毛茸状(图版Ⅱ9～10)。在双线期，联会复合体的结构开始变化。其中央成分和侧成分逐渐解体。染色质较粗线期致密。(图版Ⅱ11)。

2.4 次级精母细胞

初级精母细胞经过第1次成熟分裂后形成次级精母细胞。次级精母细胞的体积大约只有初级精母细胞的一半。核内染色质大致保存着染色体的形状。在细胞质中尚可观察到细小的拟染色体。线粒体的数量、大小和结构与初级精母细胞相似（图版Ⅱ12)。

2.5 精子细胞

精子细胞由次级精母细胞分裂而成。细胞体积小。精子细胞不再分裂。它要经过精子形成过程才能成为有功能的精子。

2.5.1 细胞核的变化 刚形成的精子细胞其细胞核中的染色质还保存着染色体的形状（图版Ⅱ13)。以后核中染色质进一步松散，纤细的染色质均匀地分布于核内，核呈椭圆形（图版Ⅱ14～15)。接着，细胞核中的染色质开始浓缩。染色质往核的一侧聚集。该侧将成为精子头部的背侧。在聚集了的染色质中出现更加致密的染色质团块（图版Ⅱ16)。在未来头部的腹侧，没有染色质分布的核基质呈电子透明状态（图版Ⅱ17)。在此基础上，染色质进一步浓缩。致密的染色质团块相互靠拢，细胞核体积缩小（图版Ⅱ17～18)。

2.5.2 细胞质的变化 精子细胞的胞质中还能观察到细小的拟染色体和少量线粒体。参与精子形成的细胞器主要是中心粒和线粒体。中心粒形成中心粒复合体，位于核的背侧。其中，近端中心粒在前，基体在后（图版Ⅱ17)。中心粒复合体与鞭毛的形成有关。在细胞核中的染色质尚未浓缩之前，鞭毛就已形成（图版Ⅱ15)。线粒体原先是随机地分布于精子细胞中。在核浓缩的过程中，线粒体逐渐移位，聚集于核的一端（图版Ⅱ16～17)。该端将成为头部的后端。同时，线粒体变大。聚集的线粒体将构成精子的袖套。至此，精子形成过程基本完成（图版Ⅱ18)。大黄鱼成熟精子由头部和尾部组成。头部主要结构是细胞核。尾部即鞭毛。

3 讨 论

3.1 初级精原细胞和次级精原细胞

鱼类精原细胞在形态上可以明显地分为2种类型。随研究人员的不同，其命名也不尽相同。常见的名称有：①初级精原细胞和次级精原细胞(Grier, 1975; Hurk *et al.*, 1978; 施瑔芳, 1988; 林丹军等, 2000)；②A型精原细胞和B型精原细胞(Billard, 1986; 张旭晨等, 1992; 刘筠, 1993)；③Ⅰ型精原细胞和Ⅱ型精原细胞(张耀光等, 1992)；④早期精原细胞和晚期精原细胞(Gardiner, 1978)。本研究表明初级精原细胞(即A型精原细胞或Ⅰ型精原细胞或早期精原细胞，下同)和次级精原细胞(即B型精原细胞或Ⅱ型精原细胞或晚期精原细胞，下同)在细胞大小以及细胞是否存在于精小囊中等方面有所不同。这2类精原细胞最重要的区别在于初级精原细胞是一种干细胞。它只能进行有丝分裂，不发生进一步的分化。因而可以维持精巢中精原细胞的数量。而次级精原细胞是由初级精原细胞经过分裂后形成的。次级精原细胞经过多次分裂，分化成初级精母细胞，最终形成精子(管汀鹭等, 1990; 张耀光等, 1992; 刘筠, 1993)。

3.2 精原细胞的拟染色体形成

在精子发生过程中，产生拟染色体的报道最早

见于哺乳动物（Sud，1961）。鱼类精子发生中形成拟染色体的报道很少（管汀鹭，1989）。本研究表明在大黄鱼的精子发生过程中，从初级精原细胞到精子细胞阶段都有拟染色体存在于细胞质中。现就拟染色体的来源，如何进入细胞质以及存在的意义作一初步探讨。

3.2.1 拟染色体的来源及其组分 大黄鱼初级精原细胞的核中有1个大而致密的核仁（图版Ⅰ1）。核仁的形态结构与位于核表面凹陷处的拟染色体的形态结构相似，都由电子致密颗粒聚集而成（图版Ⅰ：1～2，5）。在初级精原细胞的核中能见到核仁附着在核膜内侧（图版Ⅰ2）。在核仁附着处，核膜结构变得模糊不清（图版Ⅰ3）。有的核膜呈一串小囊泡状（图版Ⅰ4），或基本修复（图版Ⅰ5）。核膜修复后的核凹处，拟染色体出现（图版Ⅰ5）。这些形态学特征提示大黄鱼初级精原细胞核仁的组分被排除出核，进入细胞质。这些被排除出细胞核的核仁成分即为拟染色体。

在次级精原细胞的核膜内侧也可观察到核仁附着于核膜。核表面凹陷处也能观察到拟染色体的存在（图版Ⅰ6～7）。提示次级精原细胞的核与初级精原细胞的一样也在释放拟染色体。而在初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞中都没有观察到核仁释放拟染色体的过程。核表面亦无凹陷，拟染色体往往较小，而且离细胞核较远。

关于拟染色体的组分，作者认为是核糖体。因为既然拟染色体来自核仁，那么拟染色体的组分一定与核仁有关。核仁由3个部分组成：①纤维中心(fibrillar center)；②致密纤维成分（dense fibrillar component)；③颗粒成分（granular component)。纤维中心含有不活跃转录的DNA。致密纤维成分含有正在被合成的rRNA。颗粒成分是核糖体的前体和成熟了的核糖体。因此，核仁被认为是制造核糖体的机器（Alberts *et al*.，1994）。本研究显示，大黄鱼精原细胞中的核仁和细胞质中的拟染色体主要呈颗粒状结构（图版Ⅰ：1～3，5），提示拟染色体由核糖体组成。

3.2.2 拟染色体从细胞核进入胞质的过程 拟染色体既然来自核仁，它进入细胞质的唯一途径应该是通过核膜。本研究显示，核仁先移近核膜内侧。核仁附着处的核膜结构模糊，并遭破坏(图版Ⅰ3)。以后，核膜开始修复，但不在原处修复。而是在拟染色体先出现处产生一串细小的囊泡。这些小囊泡呈弧形排列，将刚产生的拟染色体隔离于细胞核之外(图版Ⅰ4)。再后，这些小囊泡相互连接起来，形成双层的核膜。刚修复处的核膜呈弧形，核孔明显(图版Ⅰ:2,5)。这样，就在细胞核表面形成一个凹陷。刚形成的拟染色体就位于此凹陷之中。

在精原细胞中，拟染色体很多（图版Ⅰ：1，6）。刚形成的拟染色体（即位于核表面凹陷处的拟染色体）往往体积较大（图版Ⅰ：1，5）。而在精母细胞和精子细胞中的拟染色体则往往很小（图版Ⅱ11），甚至难以被观察到。这一事实提示，在精子发生过程中，拟染色体逐渐扩散到胞质中去。

3.2.3 精原细胞产生拟染色体的意义 拟染色体的组分既然是核糖体，那么它的作用应该是为生精细胞提供核糖体。位于细胞核表面多处凹陷处的拟染色体扩散到胞质中以后，生精细胞中将产生大量的核糖体。

以往仅报道在卵子的发生过程中产生大量核糖体，而这些核糖体由初级卵母细胞产生，并在初级卵母细胞的核中产生多个核仁。例如，在非洲爪蟾(*Xenopus laevis*)的初级卵母细胞中，会产生大约1 200个核仁。由这些核仁产生的大量核糖体将积累在卵母细胞中（Karp & Berrill，1981）。卵母细胞中积累大量的核糖体可以为其后胚胎发育制造大量蛋白质作准备。而精子发生的结果是产生精子。精子仅为受精卵提供细胞核，不提供细胞质，也就不提供核糖体。作者认为，在精子发生中产生的拟染色体只为各级生精细胞提供核糖体。这些核糖体将为生精细胞的发育制造蛋白质。

3.3 初级精母细胞中的联会复合体

在已有关于鱼类精子发生的报道中都没有涉及初级精母细胞出现联会复合体(管汀鹭，1989；洪万树等，1991；张旭晨和王所安，1992；张耀光等，1992；Grier，1975，1976；Billard，1986；Estay *et al*.，1998)。本研究表明，在大黄鱼的初级精母细胞的前期Ⅰ，联会复合体经历了形成和解体的过程。在前期Ⅰ的偶线期，配对了的同源染色体开始形成联会复合体。在粗线期，联会复合体完全形成。在同源染色体的中央有中央成分，其两侧有侧成分。两条同源染色体分别附着在侧成分的外侧，形如茸毛。在双线期，联会复合体又解体。中央成分和侧成分逐渐消失。大黄鱼初级精母细胞阶段产生的联会复合体，其形成与解体的模式以及形态结构都与已有的报道相符(Alberts *et al*.，1994；Gilbert，1997)。

在配子发生的前期Ⅰ,同源染色体发生了遗传重组(genetic recombination),即同源染色体之间染色单体交换同源基因。而同源染色体配对并形成联会复合体有助于染色单体之间同源基因的交换。在联会复合体的中央成分中有一种称为重组节(recombination nodule)的多酶复合物,调节着同源染色体之间染色单体的基因交换(Carpenter, 1979, 1987)。大黄鱼精子发生的前期Ⅰ出现联会复合体,应是同源染色体之间进行同源基因交换的标志。

3.4 大黄鱼精子形成的特点

鱼类精子的结构简单。在精子形成过程中,除细胞核以外,参与精子结构的细胞器仅有中心粒和线粒体。两个中心粒(近端中心粒和基体)构成了中心粒复合体。由基体产生出轴丝。大黄鱼精子的鞭毛结构简单,除轴丝以外,没有其他构造。线粒体构成了袖套,环绕在鞭毛前端(尤永隆和林丹军,1997)。在有些鱼类的精子形成过程中,细胞核开始浓缩之后,鞭毛(轴丝)才开始形成(洪万树等,1991;张耀光等,1992)。而在另一些鱼类,鞭毛的形成在前,细胞核的浓缩在后(Grier, 1976; Lou & Takahashi, 1989)。本研究表明,在大黄鱼精子形成中,细胞核尚未开始浓缩之前,鞭毛就已经形成(图版Ⅱ15)。

图版说明

BB:基体(basal body);CB:拟染色体(chromatoid body);G:高尔基体(Golgi complex);F:鞭毛(flagellum);M:线粒体(mitochondrion);PC:近端中心粒(proximal centriole);N:细胞核(nucleus);Nu:核仁(nucleolus);SC:支持细胞(Sertoli's cell)。

图版Ⅰ(Plate Ⅰ):

1. 大黄鱼初级精原细胞,示核仁、拟染色体和线粒体,拟染色体位于核表面的凹陷中(A primary spermatogonium of *Pseudosciaena crocea*; showing nucleolus, chromatoid bodies and mitochondria, and the chromatoid bodies locating in the concaves on the nuclear surface)×8 000
2. 初级精原细胞的细胞核,示核仁贴于核膜内侧。箭号示刚修复的核膜(The nucleus of a primary spermatogonium; showing the nucleolus lies closing to the inner membrane of the nuclear envelope, and arrow indicating the nuclear envelope repaired)×10 000
3. 初级精原细胞的细胞核,箭号示核膜的一处正遭破坏,三角形示刚修复的核膜(The nucleus of a primary spermatogonium: arrow indicating a location of the nuclear enveloe being destroied, and triangle indicating that repaired)×20 000
4. 初级精原细胞的细胞核,箭号示遭破坏的核膜正在修复,该处呈弧形的一串囊泡,核表面出现凹陷,刚形成的拟染色体位于凹陷中(Showing the nucleus of a primary spermatogonium and arrow indicating the destroied nuclear envelope being repaired: a string of small vescles looks like a curve appears, thus a concave forms on the surface of the nuclear envelope, and newly formed chromatoid body locates at the concave)×20 000
5. 初级精原细胞的细胞核,箭号示核膜已基本修复,核表面凹陷处有一较大的拟染色体(The nucleus of a primary spermatogonium: arrow indicating the nuclear envelope almost repaired, and a and big chromatoid body locating at the concave on the surface of the nuelear envelope)×20 000
6. 次级精原细胞小囊,示两个次级精原细胞及其核仁、拟染色体和线粒体,箭号示核膜正在修复(A cyst of secondary spermatogonium: showing two secondary spermatogonia and their nucleoli, chromatoid bodies and mitochondia, and arrows indicating the nuclear enveope being repaired)×7 000
7. 次级精原细胞小囊,示多个次级精原细胞(A cyst of secondary spermatogonium; showing many secondary spermatogonia)×6 000

图版Ⅱ(Plate Ⅱ):

8. 偶线期初级精母细胞,箭号示联会复合体正在形成(A primary spermatocyte at the stage of zygotene; arrow indicating the synaptonemal complex being forming)×10 000
9. 粗线期初级精母细胞,箭号示联会复合体已经形成(A primary spermatocyte at the stage of pachytene: arrow indicating the synaptonemal complex fully formed)×10 000
10. 1条联会复合体。箭号示联会复合体的侧成分。侧成分之间是中央成分。染色单体呈毛茸状依附于侧成分上(A synaptonemal complex: arrows indicating the lateral elements, a central element between two lateral elements, and chromatids lying beside the lateral elements.)×18 000
11. 双线期初级精母细胞,示联会复合体正在解体,染色质浓缩(A primary spermatocyte at the stage of diplotene: showing the synaptonemal complex being disassembling, and chromatin being condensing)×10 000
12. 2个次级精母细胞(Two secondary spermatocytes)×10 000
13. 刚形成的精子细胞,染色质依然保持染色体的形状(A spermatid just formed; showing the chromasomes)×12 000
14. 2个精子细胞,染色质较均匀地分布于细胞核中(Two spermatids: showing homogeneous chromatin in the nucleus)×12 000
15. 精子形成阶段的精子细胞,染色质尚未浓缩,鞭毛已形成(A spermatid at the stage of spermiogenesis: showing the homogeneous chromatin and the flagellum)×16 000
16. 精子形成阶段的精子细胞,染色质正在浓缩,鞭毛从核的背侧伸出(A spermatid at the stage of spermiogenesis; showing the chromatin being condensing and the flagellum stretching from the dorsal side of the nucleus)×16 000
17. 精子形成阶段的精子细胞,染色质高度浓缩,星号示核内无染色质区域(A spermatid at the stage of spermiogenesis: showing the chromatin fully condensed, and asterisk indicating the aera of the nucleus without chromatin)×18 000
18. 近于成熟的精子细胞(A almost full formed spermatozoon)×18 000

参 考 文 献

Alberts B, Bray D, Lewis J *et al*, 1994. Molecular Biology of the Cell [M]. 3rd edition. New York: Garland Publishing, Inc. 365 - 385, 911 - 946, 1014 - 1021.

Billard R, 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species[J]. *Reprod. Nutr. Develop.*, **26**(4): 877 - 920.

Carpenter A T C, 1979. Synaptonemal complex and recombination nodules in wild type *Drosophila melanogaster* females[J]. *Genetics*, **92**: 511 - 541.

Carpenter A T C, 1987. Gene conversion, recombination nodules, and the initiation of meiotic synapsis[J]. *Bioessays*, **6**: 232 - 236.

Estay R, Neira R, Diaz N F *et al*, 1998. Gametogenesis and sex steroid profiles in cultured coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*, Walbaum) [J]. *J. Exp. Zool.*, **280**: 429 - 438.

Gardiner D M, 1978. The origin and fate of spermatophores in the viviparous teleost *Cymatogaster aggregata* (Perciformes: Embiotocidae)[J]. *J. Morph.*, **155**: 157 - 172.

Gilbert S F, 1997. Developmental Biology [M]. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. 850 - 855.

Grier H J, 1975. Aspects of germinal cyst and sperm development in *Poecilia latipinna* (Teleostei: Poeciliidae)[J]. *J. Morph.*, **146**: 229 - 250.

Grier H J, 1976. Sperm development in the teleost *Oryzias latipes* [J]. *Cell Tiss. Res.*, **168**: 419 - 431.

Guan T L, 1989. The chromatoid body in spermatogenesis of the goldfish [J]. *Acta Zool. Sin.*, **35**(2): 124 - 129. [管汀鹭, 1989. 金鱼精子发生中的拟染色质小体. 动物学报, **35**(2): 124 - 129.]

Guan T L, Huang D Q, Huang G P, 1990. Cellular organization of the testis, spermatogenesis and spermiogenesis in goldfish (*Carassius auratus*)[J]. *Acta Hydrobiol. Sin.*, **14**(3): 233 - 238. [管汀鹭, 黄丹青, 黄国屏, 1990. 金鱼精巢的细胞构造与精子的发生和形成. 水生生物学报, **14**(3): 233 - 238.]

Hong W S, Zhang Q Y, Ni Z M, 1991. Spermatogenesis and spermiogenesis of yellowfin seabream in Xipu bay[J]. *J. Fish. China*, **15**(4): 302 - 307. [洪万树, 张其永, 倪子绵, 1991. 西埔湾黄鳍鲷精子发生和形成. 水产学报, **15**(4): 302 - 307.]

Hurk R van den, Peute J, Vermeij J A J, 1978. Morphological and enzyme cytochemical aspects of the testis and vas deferens of the rainbow trout, *Salmo gairdner*[J]. *Cell Tiss. Res.*, **186**: 309 - 325.

Karp G, Berrill N J, 1981. Development [M]. 2nd edition. Boston: McGraw-Hill, Inc. 116 - 137.

Lin D J, Zhang J, Luo J *et al*, 1992. Studies on the gonadal development and annual reproductive cycle of the cultured large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* (Richardson)[J]. *J. Fujian Normal Univ.* (*Natural Science*), **8**(3): 81 - 87. [林丹军, 张 健, 骆 嘉等, 1992. 人工养殖的大黄鱼性腺发育及性周期研究. 福建师范大学学报(自然科学版), **8**(3): 81 - 87.]

Lin D J, You Y L, Chen L Y, 2000. The testicular cycle development of ovoviviparous teleost, *Sebastiscus marmoratus* [J]. *Zool. Res.*, **21**(5): 337 - 342. [林丹军, 尤永隆, 陈莲云, 2000. 卵胎生硬骨鱼褐菖鲉精巢的周期发育. 动物学研究, **21**(5): 337 - 342.]

Liu Y, 1993. Propagation Physiology of Main Cultivated Fish in China [M]. Beijing: Agricultural Publishing House. 29 - 32. [刘 筠, 1993. 中国养殖鱼类繁殖生理学. 北京: 农业出版社, 29 - 32.]

Lou Y H, Takahashi H, 1989. Spermiogenesis in the nile tilapia *Oreochromis niloticus* with notes on a unique pattern of nuclear chromatin condensation[J]. *J. Morph.*, **200**: 321 - 330.

Shi Q F, 1988. Recent advances in the studies on gonad development in fishes[J]. *Acta Hydrobiol. Sin.*, **12**(3): 248 - 258. [施瑔芳, 1988. 鱼类性腺发育研究新进展. 水生生物学报, **12**(3): 248 - 258.]

Sud B N, 1961. Morphological and histochemical studies of the chromatoid body and related elements in the spermtogenesis of the rat[J]. *Qurt. J. Microsc. Sci.*, **102**: 495 - 505.

You Y L, Lin D J, 1997. The ultrastructure of the spermatozoon of the teleost, *Pseudosciaena crocea* (Richardson)[J]. *Acta Zool. Sin.*, **43**(2): 119 - 126. [尤永隆, 林丹军, 1997. 大黄鱼精子的超微结构. 动物学报, **43**(2): 119 - 126.]

Zhang X C, Wang S A, 1992. Ultrastructure of the testis and spermatogenesis in *Brachymystax lenok* (Pallas)[J]. *Acta Zool. Sin.*, **38**(4): 355 - 358. [张旭晨, 王所安, 1992. 细鳞鱼精巢超微结构和精子发生. 动物学报, **38**(4): 355 - 358.]

Zhang Y G, Luo Q S, Zhong M C, 1992. Studies on the developmental stages of testis, spermatogenesis and spermatoleosis in *Leiocassis longirostris*[J]. *Zool. Res.*, **13**(3): 281 - 287. [张耀光, 罗泉笙, 钟明超, 1992. 长吻鮠精巢发育的分期及精子的发生和形成. 动物学研究, **13**(3): 281 - 287.]

Spermatogenesis of Teleosts, *Pseudosciaena crocea*

YOU Yong-Long① LIN Dan-Jun① CHEN Lian-Yun②

(①*Bioengineering College, Fujian Normal University, Fuzhou* 350007, *China*)

(②*Laboratory of Electron Microscopy, Fujian Medical University, Fuzhou* 350004, *China*)

Abstract: The spermatogenesis of the teleost, *Pseudosciaena crocea* (Richardson) was studied. There were five developmental stages in the spermatogenesis. They were primary spermatogonium, secondary spermatogonium, primary spermatocyte, secondary spermatocyte and spermatid. The spermatid differentiated into sperm via the process of spermiogenesis. During the stages of primary and secondary spermatogonia, components of the nucleolus were excluded from the nuclei. They were called chromatoid bodies. There were many chromatoid bodies in the cytoplasm. The chromatoid bodies first located in hollows on surface of the nucleus. Then they dispersed into the cytoplasm. It was suggested that the

components of the chromatoid body were ribosomes. So many ribosomes produced by the primary and secondary spermatogonia may be used in the spermatogenesis. During the period of zygotene, prophase Ⅰ, paired homologous chromosomes started to form synaptonemal complexes. The synaptonemal complexes were fully formed at pachytene and dissolved afterward. It was suggested that the synaptonemal complex was the symbol of genetic recombination between two homologous chromosomes. During the process of spermiogenesis, flagellum was formed first. Then the nucleus of the spermatid condensed step by step.

Key words: *Pseudosciaena crocea*; Spermatogenesis; Chromatoid body; Synaptonemal complex

书 讯

《保护生物学基础》评介

人类社会的历史车轮已经推进到 21 世纪，科学技术的发展使人类的社会生产力达到了前所未有的水平。人类的经济活动在深刻地改变着世界的同时，也正在严重地威胁着人类自身赖以生存的自然生态系统。过度地捕猎，大量地砍伐、为满足人口快速增长和技术进步的需要而进行的大规模地开发建设，致使植被遭到破坏，全球每年以百亿吨计的表层土壤被冲刷进入河流、湖泊和海洋；大气污染和森林消失使地球的气候变坏；众多的物种正在大量而快速地灭绝。人类活动正在破坏着历经数百万年演化而来的生物群落。为了拯救大量濒临灭绝的物种和生物群落，为生物多样性保护提供理论指导、一门新兴的综合性学科——保护生物学应运而生！

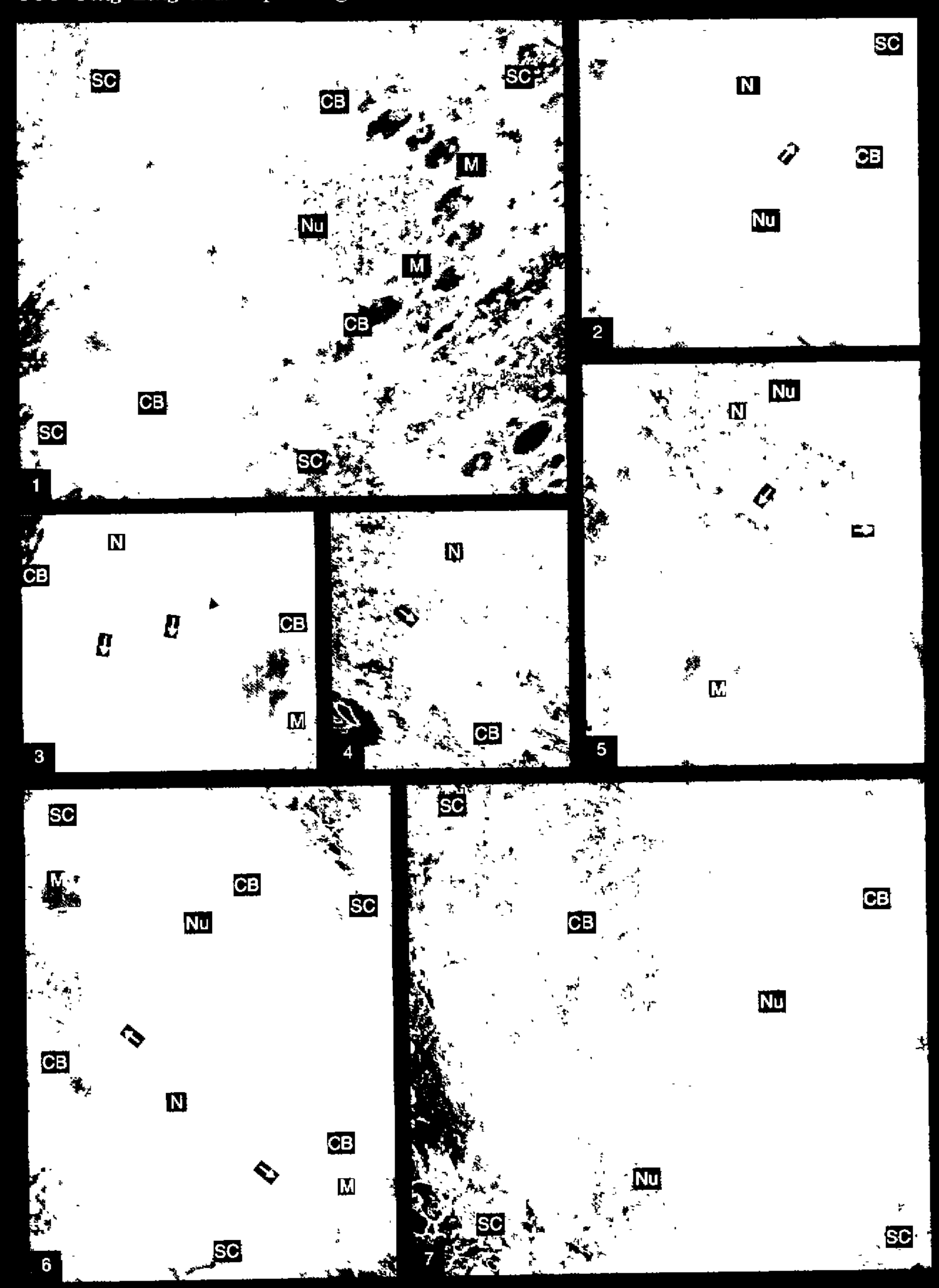
美国波士顿大学生物学教授 Richard Primack 撰写的《保护生物学基础》（A Primer of Conservation Biology）一书、对这门新兴学科的主要内容做了全面系统且深人浅出地阐述。已经由中国科学院昆明动物研究所的研究人员介绍到我国，并结合我国学者的研究成果和研究实例进行编写、使之更符合我国的实际情况和我国读者的阅读习惯，这无疑是十分有意义的。对于推进我国保护生物学研究的深人，普及保护生物学知识以及开展对自然生态系统和生物多样性的实际保护工作都将产生积极而深远的影响。

全书共分五章，主要内容包括：（1）保护生物学和生物多样性；（2）生物多样性的危机；（3）种群和物种的保护；（4）群落水平的保护；（5）生物多样性保护与可持续发展。《保护生物学基础》综合了生态学、分类学、遗传学、野生动物生态学和种群生物学的原理和方法，以探讨对自然的保护和管理的最佳途径。因此、它所研究的对象不仅仅只是物种和生境，而且包括采取何种具体的保护行动，还包括社会经济结构、政府政策和人们的伦理观念等在环境受胁中的作用，乃至法律和风俗习惯等都纳入了保护生物学研究的内容。当然、保护生物学家们的理论探讨是为了给具体的保护行动和政府制定保护对策提供理论依据。而具体的保护行动的实施、则是全社会共同的事业。因而、本书的读者对象就不仅仅是从事保护生物学研究的科技工作者，政府官员、保护工作者、教师、学生和一切有责任感的普通民众都可以成为本书的读者。本书作者正是考虑到了这一广大的读者群、因而在写作上采取了深入浅出、通俗易懂的写法，把深奥的理论融入到形象生动的叙述之中，使人读来有如行云流水、娓娓道来。书中还附有大量的插图，图文并茂，妙趣横生，全无其他专业著作那种艰涩难懂的感觉。

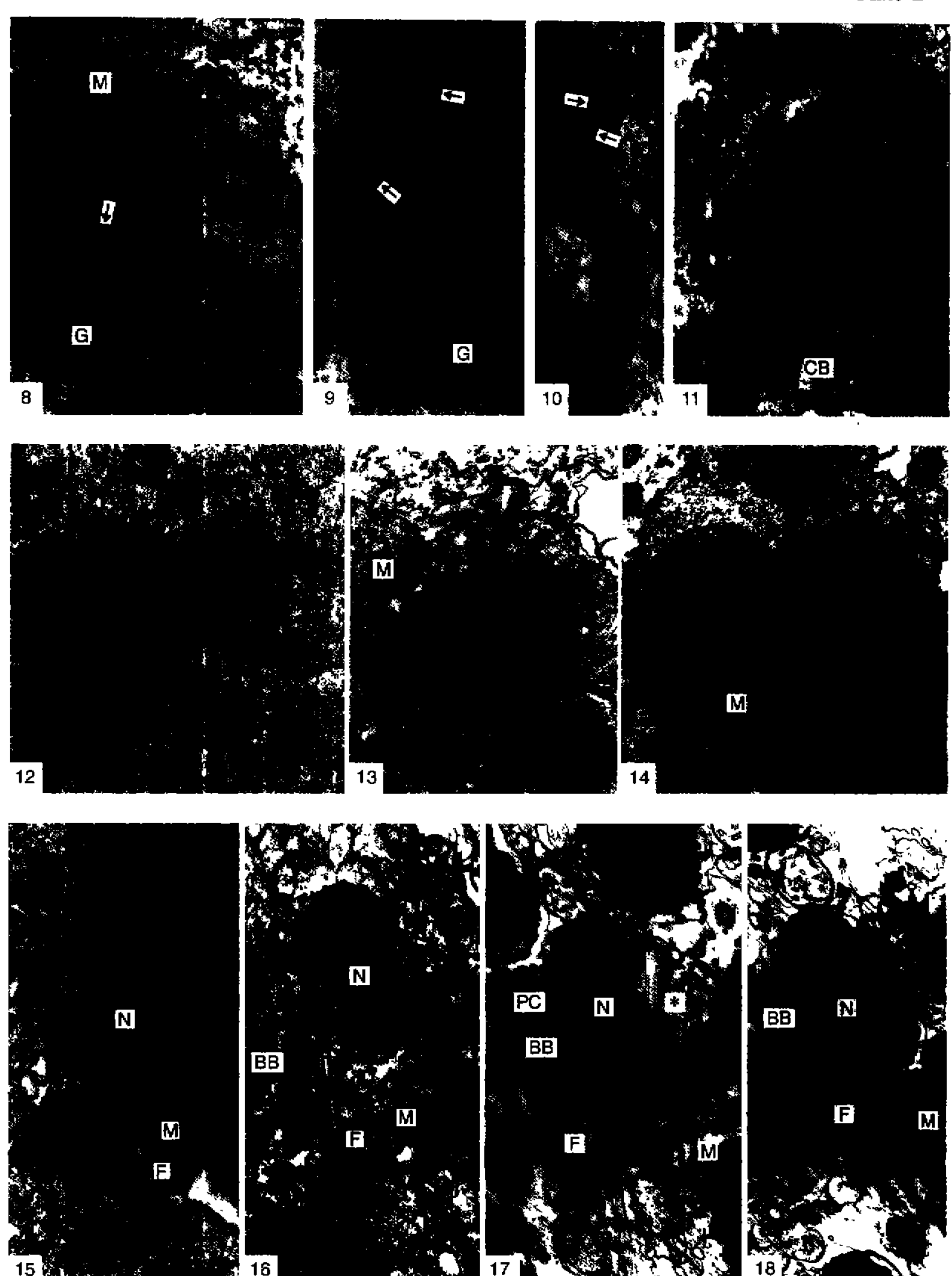
中国是一个拥有 12 亿人口的大国、也是目前全球经济发展最快的国家。高速的经济发展和众多的人口，给脆弱的自然环境带来的压力是可想而知的。因而，对自然和环境的保护任重道远且迫在眉睫。而我国又是世界上生物多样性最丰富的国家之一、拥有丰富的动物和植物物种，是世界第三哺乳动物大国。有世界最高的高山，有热带和温带森林，有淡水湿地和海洋生态系统等广泛而多样的生境。这些都要在经济高速发展的同时，给予科学有效地保护。《保护生物学基础》一书的出版，正适逢其时，将提醒我们对生物多样性保护问题更加关注。人与自然的和谐发展，建设与保护并驾齐驱，这是我国现代化建设题中应有之义，也是我们所追求的目标。

《保护生物学基础》，Richard Primack、季维智主编，中国林业出版社 2000 年 4 月出版，16 开本，全书 360 千字。定价：38.00 元。

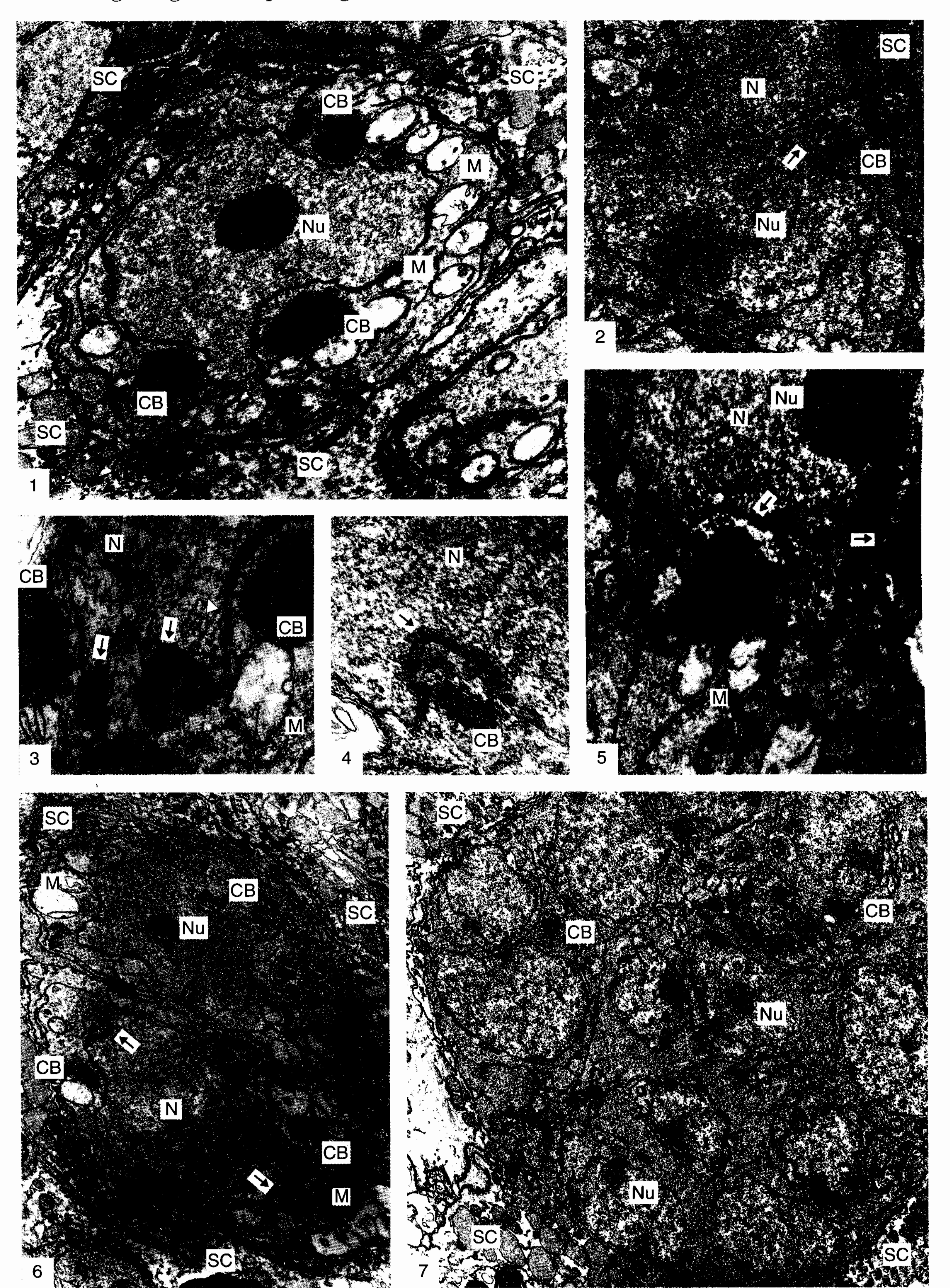
本刊编辑部



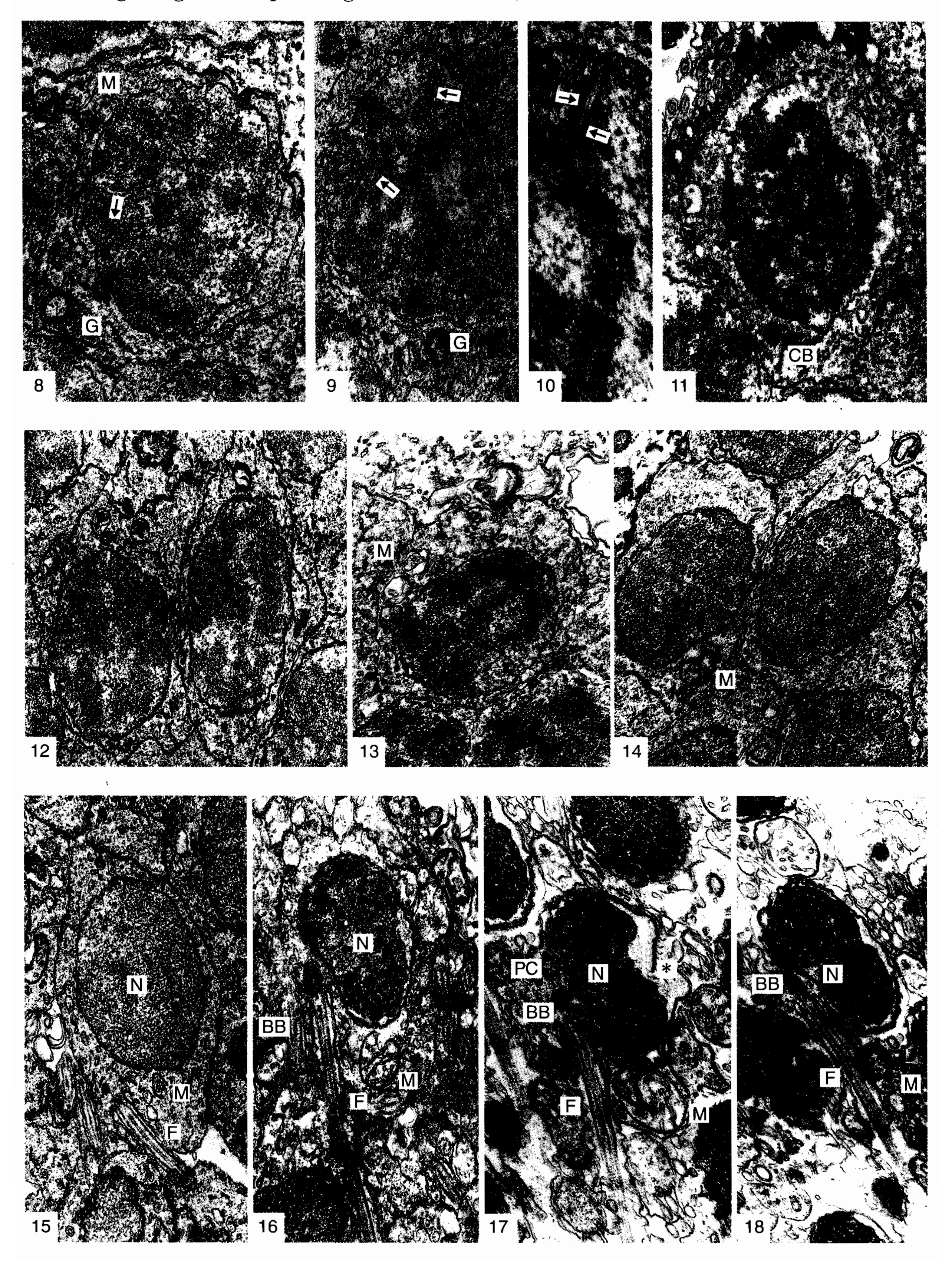
图版说明在正文内（explanation in the text）



图版说明在正文内 (explanation in the text)



图版说明在正文内（explanation in the text）



图版说明在正文内 (explanation in the text)